

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/090937 A1

- (51) 国際特許分類: G01L 3/10
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002472
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 17 日 (17.02.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-076594 2004 年 3 月 17 日 (17.03.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉桑 義雄

(YOSHIKUWA, Yoshio) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 今城 昭彦 (IMAGI, Akihiko) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目二番三号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

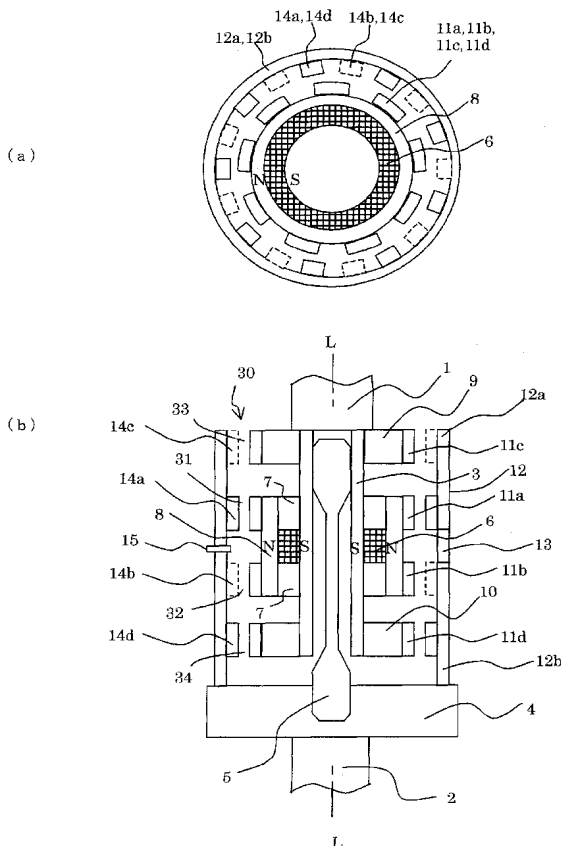
(74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA, Masuo et al.); 〒6610012 兵庫県尼崎市南塚口町二丁目14-1 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: TORQUE SENSOR

(54) 発明の名称: トルクセンサ



(57) Abstract: [PROBLEMS] A torque sensor capable of producing a bipolar output signal while suppressing the effect of eccentricity of a shaft on the output signal. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] The torque sensor having a first rotary shaft (1) and a second rotary shaft (2) arranged on a common axis L-L while being coupled through a torsion bar (5) and detecting a torsional torque being imparted to between the first rotary shaft (1) and the second rotary shaft (2), comprises a means (6) for generating a magnetic field in the radial direction centering the common axis L-L, a means (30) for varying the direction and the magnitude of a detection flux flowing from the magnetic field generating means (6) along the common axis L-L depending on relative rotation of the first rotary shaft (1) and the second rotary shaft (2), and a magnetic sensor (15) for detecting the detection flux. The torque sensor is characterized in that the magnetic sensor (15) generates an output signal having a polarity changed dependent on the direction of the detection flux and a magnitude changed dependent on the magnitude of the detection flux.

(57) 要約: 【課題】バイポーラ型の出力信号を得るとともに、軸の偏心による出力信号への影響を小さくできるトルクセンサを提案する。【解決手段】共通軸線L-L上に第1回転軸1と第2回転軸2を配置し、これらの第1回転軸1と第2回転軸2とをトーションバー5により結合し、第1回転軸1と第2回転軸2との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、共通軸線L-Lを中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段6と、磁場発生手段6から共通軸線L-Lに沿って流れる検出磁束の方向と大きさを第1回転軸1と第2回転軸2との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段30と、検出磁束を検出する磁気センサ15とを備え、磁気センサ15が、検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。

WO 2005/090937 A1



SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

トルクセンサ

技術分野

[0001] この発明は、例えば自動車のステアリングトルクを検出するのに使用されるトルクセンサに関するものである。

背景技術

[0002] 従来のトルクセンサとして、例えば特開2002-310819号公報に開示されたトルクセンサが知られている。このトルクセンサは、軸方向に対向する2つのリングを有し、これらの2つのリングの対向する周面にそれぞれ凹凸を形成し、これらの凹凸が互いに対向するように構成したものである。各リングの間には、磁気回路が形成され、この磁気回路を通る磁束を検出するホール素子が配置される。

[0003] 与えられる振りトルクの大きさに応じて2つのリングが相対的に回転すると、各リングの凹凸面の対向状態が変化し、それらの間の磁気抵抗が変化して、ホール素子の出力が変化するので、このホール素子の出力から与えられたトルクの大きさを検出できる。

[0004] 特許文献1:特開2002-310819号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、従来のトルクセンサでは、製造誤差によって2つのリングの中心がずれて傾いた場合には、磁気抵抗が設計時と異なるため磁束量が変化し、センサ出力値が変化するという問題があった。また従来のトルクセンサは、ホール素子を通過する磁束の向きが常に一定であるため、センサ出力の極性が一定のユニポーラ型となり、製造誤差によって、トルクが働かない状態でセンサ出力値に、ばらつきが生じ、その校正が困難という問題があった。

[0006] この発明は、このような課題を改善することのできる改良されたトルクセンサを提案するものである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明によるトルクセンサは、共通軸線上に第1回転軸と第2回転軸を配置し、これらの第1回転軸と第2回転軸とをトーションバーにより結合し、前記第1回転軸と第2回転軸との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、前記共通軸線を中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段と、前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを前記第1回転軸と第2回転軸との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段と、前記検出磁束を検出する磁気センサとを備え、前記磁気センサが、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。

発明の効果

[0008] この発明によるトルクセンサは、共通軸線の径方向に磁場を発生する磁場発生手段を用い、振りトルクによる第1回転軸と第2回転軸の相対回転に応じて、共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを磁場変化手段により変化させ、その検出磁束を磁気センサで検出することを特徴としている。このような構成にすることによって、バイポーラ出力のトルクセンサを得ることができる。また製造誤差等によって第1回転軸と第2回転軸が平行にずれたり、傾いたりした場合でも、センサ出力に対する影響を小さくできる。

発明を実施するための最良の形態

[0009] 以下、この発明によるトルクセンサのいくつかの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0010] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるトルクセンサを示し、図1(a)は正面図、図1(b)は断面図である。図1(a)は実施の形態1のトルクセンサを軸線方向に見た正面図であるが、その一部の部品は図面を見やすくするために省略されている。図1(b)は、実施の形態1のトルクセンサを、軸線を含む平面で切断した断面図である。図2は実施の形態1によるトルクセンサの側面図である。

[0011] この実施の形態1のトルクセンサは、第1回転軸1と、第2回転軸2と、内周筒3と、ベース板4とトーションバー5と、磁場発生手段6と、外周筒12と、磁場変化手段30と、

磁気センサ15とを備えている。

- [0012] この発明のトルクセンサは第1回転軸1と第2回転軸2との間に働く振りトルクを検出するセンサである。第1、第2回転軸1、2は、互いに共通な共通軸線L-L上に回転可能に配置される。第1、第2回転軸1、2の間には、内周筒3、ベース板4、トーションバー5、磁場発生手段6、外周筒12、および磁場変化手段30が配置される。内周筒3は、共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置された円筒体であり、鉄材などの磁性材料で構成される。この内周筒3は、その一端が第1回転軸1に結合され、第1回転軸1とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。
- [0013] ベース板4は第2回転軸2の一端に結合された円板であり、第2回転軸2とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。トーションバー5は、内周筒3の内部に配置され、共通軸線L-Lに沿って延長される。このトーションバー5の一端は内周筒3に結合され、またその他端はベース板4の中心部に結合され、その結果、トーションバー5が内周筒3とベース板4とを連結する。内周筒3の振り剛性はトーションバー5の振り剛性と比べて十分大きいので、第1回転軸1と第2回転軸2との間に振りトルクを与えると、そのトルクの大きさに応じてトーションバー5が共通軸線L-Lの周りで振られ、第1回転軸1と第2回転軸2とが、共通軸線L-Lの周りで相対的に回転する。
- [0014] 外周筒12は、内周筒3を取り囲むように配置された円筒体である。この外周筒12は、共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置され、一端がベース板4に結合され、このベース板4とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。この外周筒12は、第1外周筒12aと、第2外周筒12bと、これらの外周筒12a、12bを互いに連結する連結体13とにより構成される。外周筒12a、12bは鉄材などの磁性材料で構成され、連結体13はアルミニウムなどの非磁性材料で構成される。連結体13はほぼ円筒状に作られるが、図2に示すように、円筒状の一部分に空隙部を有し、この空隙部には外周筒12a、12bの突出部12c、12dが互いに共通軸線L-Lの方向に対向していて、これらの突出部12c、12dの間に、磁気センサ15が配置される。この実施の形態1では、磁気センサ15は外周筒12とともに回転するように、設置される。
- [0015] 内周筒3と外周筒12との間に、磁場発生手段6と、磁場変化手段30とが配置される。磁場発生手段6は、この実施の形態1では、リング状の永久磁石であり、内周筒3の

外周の中央部に配置される。この磁場発生手段6は内周筒3の外周面に嵌め込まれて内周筒3に固定され、内周筒3とともに回転する。磁場発生手段6は、共通軸線L-Lの半径方向に着磁されており、例えばその内周側がS極、外周側がN極となっている。

[0016] 磁場発生手段6の外周には、中間筒8が配置される。この中間筒8は共通軸線L-Lを中心としてその周りに配置された円筒体であり、鉄材などの磁性材料で構成され、磁場発生手段6の外周に嵌め込まれて、内周筒3とともに回転する。磁場発生手段6の上下両側には、非磁性のスペーサリング7、7が配置される。このスペーサリング7、7は、例えばアルミニウムなどの非磁性材で構成され、磁場発生手段6からの磁束を効率的に半径方向に集中させ、内周筒3および中間筒8に与える。この非磁性のスペーサリング7、7は、内周筒3と中間筒8との間に嵌め込まれ、内周筒3とともに共通軸線L-Lの周りを回転する。

[0017] 内周筒3と外周筒12との間には、磁場発生手段6、中間筒8、スペーサリング7、7とともに、磁場変化手段30が配置される。この磁場変化手段30は、第1磁場変化手段31と、第2磁場変化手段32と、第3磁場変化手段33と、第4磁場変化手段34とを含む。これらの各磁場変化手段31から34は、共通軸線L-Lに沿って配置されている。第1、第2磁場変化手段31、32は中間筒8の外周に配置され、第1磁場変化手段31は中間筒8の上端部に、また第2磁場変化手段32はその下端部にそれぞれ配置される。第3、第4磁場変化手段33、34は、第1、第2磁場変化手段31、32の外側に配置され、第3磁場変化手段33は内周筒3の上端部の外周に、また第4磁場変化手段34は内周筒3の下端部の外周にそれぞれ配置される。

[0018] 第1から第4磁場変化手段31、32、33、34は、それぞれ共通軸線L-Lの周りに配置された複数の突出磁極により構成される。第1磁場変化手段31は、中間筒8の外周に配置された内周磁極11aと、この内周磁極11aの外周にあつて第1外周筒12aの内周に配置された外周磁極14aとによって構成される。これらの磁極11a、14aは、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。第2磁場変化手段32は、中間筒8の外周に配置された内周磁極11b

と、この内周磁極11bの外周にあつて第2外周筒12bの内周に配置された外周磁極14bとによって構成される。これらの磁極11b、14bも、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。

[0019] 第3磁場変化手段33は、内周筒3の上端部に嵌め込まれたリング状鉄心9の外周に配置された内周磁極11cと、この内周磁極11cの外周にあつて第1外周筒12aの内周に配置された外周磁極14cとによって構成される。これらの磁極11c、14cは、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。第4磁場変化手段34は、内周筒3の下端部に嵌め込まれたリング状鉄心10の外周に配置された内周磁極11dと、この内周磁極11dの外周にあつて第2外周筒12bの内周に配置された外周磁極14dとによって構成される。これらの磁極11d、14dも、共通軸線L-Lの方向にはほぼ同じ位置にあり、共通軸線L-Lを中心とする半径方向に空隙を介して互いに対向し、それらの対向状態の変化に応じて空隙を通る磁束を変化させる。

[0020] 中間筒8の外周に配置された内周磁極11a、11bと、リング状鉄心9、10の外周に配置された内周磁極11c、11dは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の突出磁極を有する。具体的には、これらの内周磁極11aから11dは、それぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、各内周磁極11aから11dのすべてについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの内周磁極基準位置から、例えば0度、40度、80度、120度、160度、200度、240度、280度、320度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの内周磁極11aから11dの突極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、実線で示される。

[0021] 外周筒12の内周に配置された外周磁極14aから14dの内、第1磁場変化手段31の外周磁極14aと、第4磁場変化手段34の外周磁極14dは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の磁極を有する。具体的には、これらの外周磁極14a、14dもそれぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、外周

磁極14a、14dについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの外周磁極基準位置から、0度、40度、80度、120度、160度、200度、240度、280度、320度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの外周磁極14a、14dの突出磁極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、実線で示される。

[0022] 外周筒12の内周に配置された外周磁極14aから14dの内、第2磁場変化手段32の外周磁極14bと、第3磁場変化手段33の外周磁極14cは、共通軸線L-Lの周りに互いに同じ位相で配置された複数の磁極を有する。具体的には、これらの外周磁極14b、14cもそれぞれ40度の角度間隔で配置された9個の突出磁極を持つが、磁極14bと磁極14cについて、これらの9個の突出磁極は、共通軸線L-Lの周りの前記外周磁極基準位置から、磁極11aから11dとちょうど逆位相で、20度、60度、100度、140度、180度、220度、260度、300度、340度の角度位置に、互いに同じ位相で配置される。図1(a)では、これらの外周磁極14b、14cの突出磁極が、共通軸線L-Lの方向にすべて互いに重なった状態で、点線で示される。

[0023] 磁気センサ15は、例えばホール素子であり、それを通る磁束の方向と大きさに応じた出力信号を発生する。この磁気センサ15には、第1外周筒12aと第2外周筒12bとの間に共通軸線L-Lに沿って流れる検出磁束が流れる。磁気センサ15の出力信号の極性は、磁気センサ15を通る検出磁束の方向に応じて、正極性と負極性の極性の反転する出力信号となり、またこの出力信号の大きさは、磁気センサ15を通る検出磁束の大きさに比例する。

[0024] なお、図1(a)では、図面を見やすくするために、第1、第2回転軸1、2と、内周筒3と、トーションバー5と、ベース板4が省略されている。

[0025] さて、図3は実施の形態1のトルクセンサの原点位置を示し、図3(a)はこの原点位置における図1(a)と同様な正面図、図3(b)は同じく原点位置における図1(b)と同様な断面図である。この図3の原点位置では、第1、第2、第3、第4磁場変化手段31、32、33、34において、磁極11a、11b、11c、11dが、図3(a)に示すように、共通軸線L-Lの周りの周方向に沿って、実線で示す磁極14a、14dの中心が重なる角度位置 θa と、点線で示す磁極14b、14cの中心が重なる角度位置 θb とのちょうど中間

の角度位置に位置する。

[0026] この図3(a)に示す原点位置では、図3(b)に示す磁束16aと磁束16bとが流れる。磁束16aは図3(b)に示すように、中間筒8から第1磁場変化手段31の磁極11a、14aを通り、第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから第3磁場変化手段33の磁極14c、11cを通り、リング状鉄心9を経て内周筒3に流れる。また、磁束16bは図3(b)に示すように、中間筒8から第2磁場変化手段32の磁極11b、14bを通り、第2外周筒12bに至り、この第2外周筒12bから第4磁場変化手段34の磁極14d、11dを通り、リング状鉄心10を経て内周筒3に流れる。磁極11a、11b、11c、11dが、図3(a)に示すように、共通軸線L-Lの周りの周方向に沿って、磁極14a、14dの中心が重なる角度位置 θa と、磁極14b、14cの中心が重なる角度位置 θb とのちょうど中間の角度位置に位置するので、磁束16aと磁束16bの流れる磁路の磁気抵抗は互いにほぼ等しく、したがって磁束16a、16bの大きさは互いにほぼ等しい。このため、第1外周筒12aと第2外周筒12bの間を磁気センサ15を通して流れる磁束の大きさはほぼ0となり、磁気センサ15の信号出力も0となる。

[0027] 図4は図3の原点位置から第1回転軸1が第2回転軸2に対して相対的に反時計方向に回転し、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14a、14dの中心が重なる角度位置 θa に近い回転角度まで変位した第1トルク範囲を示す。この第1トルク範囲では、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14b、14cの重なる角度位置 θb から遠ざかり、磁極14a、14dの重なる角度位置 θa に近づいた範囲にある。図4(a)はこの第1トルク範囲における図1(a)と同様な正面図、図3(b)は同じく第1トルク範囲における図1(b)と同様な断面図である。

[0028] この図4に示す第1トルク範囲では、第1磁場変化手段31の磁極11a、14aと、第4磁場変化手段34の磁極11d、14dの対向面積が増加するために、これらの第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束の大きさが増大し、逆に第2磁場変化手段32の磁極11b、14bと、第3磁場変化手段33の磁極11c、14cの対向面積が減少するために、これらの第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束の大きさが減少する。このため、図4に示した第1トルク範囲では、図4(b)に示すように、磁束16a、16bが減少し、新たに第1検出磁束16cが流れる。この第1検出磁束16cは、中間筒8から第1磁

場変化手段31の磁極11a、14aを通り第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第2外周筒12bに至り、リング状鉄心10を経由して内周筒3に至る。磁気センサ15は、この共通軸線L-Lに沿って流れる第1検出磁束16cに基づき、図2において、第1外周筒12aから第2外周筒12bに向かって流れる磁束を検出し、例えば正極性の信号出力を発生する。この正極性の信号出力は、第1トルク範囲、すなわち第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束が増大し、第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束が減少する範囲で得られ、その出力信号の大きさはこの第1トルク範囲において、第1、第2回転軸1、2間に与えられる振りトルクの増大に応じて増大する。

[0029] 図3に示す原点位置から、第1回転軸1が第2回転軸2に対して相対的に、図4に示す第1トルク範囲とは逆方向に、時計方向に回転し、磁極11a、11b、11c、11dが、磁極14b、14cの中心が重なる角度位置 θb に近い角度位置まで変位した第2トルク範囲では、第1、第2回転軸1、2間に与えられる振りトルクが、第1トルク範囲に対して逆方向となる。この第2トルク範囲では、磁極11a、11b、11c、11dが、図3に示す原点位置よりも、磁極14a、14dの中心が重なる角度位置 θa から遠ざかり、磁極14b、14cの中心が重なる角度位置 θb に近づいた状態にある。

[0030] この第2トルク範囲では、第2磁場変化手段32の磁極11b、14bと、第3磁場変化手段33の磁極11c、14cとの対向面積が増加するために、これらの第2、第3磁場変化手段32、33を通る磁束の大きさが増大し、逆に第1磁場変化手段31の磁極11a、14aと、第4磁場変化手段34の磁極11d、14dの対向面積が減少するために、これらの第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束の大きさが減少する。このため、第2トルク範囲では、磁束16a、16bが減少し、新たに第2検出磁束が流れる。この第2トルク範囲における第2検出磁束は、中間筒8から第2磁場変化手段32の磁極11b、14bを通り第2外周筒12bに至り、この第2外周筒12bから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第1外周筒12aに至り、リング状鉄心9を経由して内周筒3に至る。磁気センサ15は、この第2検出磁束に基づき、図2において、第2外周筒12bから第1外周筒12aに向かって流れる磁束を検出し、例えば負極性の信号出力を発生する。この負極性の信号出力は、第2トルク範囲、すなわち第2、第3磁場変化手段32、3

3を通る磁束が増大し、第1、第4磁場変化手段31、34を通る磁束が減少する範囲で得られ、その出力信号の大きさはこの第2トルク範囲において、第1、第2回転軸1、2間に与えられる逆方向の振りトルクの減少に応じて増大する。

[0031] トルクセンサでは、回転軸1、2の間に、例えば±10度、言い換えれば20度の相対回転が生じるようにして、その角度範囲における振りトルクの変化、すなわち回転軸1、2間の相対回転を検出する。この20度の相対回転範囲を検出範囲と呼ぶと、実施の形態1では、この検出範囲はその中間に図3に示す原点位置が対応し、前記第2トルク範囲で磁気センサ15の出力信号が、負極性の最大値となる第1角度位置から、第1トルク範囲で磁気センサ15の出力信号が正極性の最大値となる第2角度位置までほぼ直線的に変化するように設定される。具体的には、実施の形態1では、角度位置 θa 、 θb の間の角度が20度であり、その中間に原点位置が設定されるので、検出範囲は、原点位置から角度位置 θb 側へ10度近づいた第1角度位置と、原点位置から角度位置 θa 側へ10度近づいた第2角度位置との間に設定される。第1角度位置は、第2トルク範囲にあり、磁気センサ15の出力信号は、この第1角度位置で負極性の最大値となる。第2角度位置は第1トルク範囲にあり、磁気センサ15の出力信号は、第2角度位置で正極性の最大値となる。

[0032] このようにして、実施の形態1では、検出範囲において、与えられる振りトルクの増大に伴ない、極性が反転し、大きさがほぼ直線的に増大する出力信号が磁気センサ15から得られ、結果としてバイポーラ出力のトルクセンサを実現できる。このバイポーラ出力のトルクセンサは、極性の反転する原点位置を有し、この原点位置でのセンサ出力値のばらつき、校正が容易である。

[0033] さて、製造誤差によって第1回転軸1と第2回転軸2とがずれた場合について述べる。図5は共通軸線L-Lに垂直であって、内周磁極11aと外周磁極14aを含む断面図であり、第1回転軸1が第2回転軸2に対して紙面上側に平行にずれた場合、すなわち偏心した状態を示している。この断面において9個の内周磁極11aから9個の外周磁極14aに半径方向に磁束16d、16e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16lが流れる。このとき内周磁極11aと外周磁極14aの間の空隙長にはばらつきがあるため、それぞれの磁気抵抗も異なる。したがって永久磁石6の起磁力による半径方向の

磁束にはばらつきが生じ、例えば空隙長が小さい部分の磁束16d、16eは大きく、空隙長が大きい部分の磁束16h、16iは小さくなる。しかしながら磁気センサ15を共通軸線L-Lに沿って軸方向に通る磁束は、これらの磁束16d、16e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16lのすべての総和に依存するため、第1回転軸1と第2回転軸2との偏心による影響は小さくなる。

[0034] 図6は第1回転軸1と第2回転軸2とが傾いた状態について、共通軸線L-Lを含む平面における断面図の一部を示している。リング状永久磁石6の磁極は外周がN極、内周がS極であるので、磁束の方向は図6に示す磁束16m、16n、16o、16p、16p、16q、16r、16s、16tようになる。図6のように軸が傾いた状態では、空隙長の小さい部分の磁束16m、16tが最も大きく、空隙長の大きい部分の磁束16p、16qが最も小さくなる。しかしながら磁気センサ15を共通軸線L-Lに沿って軸方向に通る磁束は、これらの磁束16m、16n、16q、16rの総和と、磁束16o、16p、16s、16tの総和との差に依存するため、第1回転軸1と第2回転軸2の傾きの影響は小さくなる。

[0035] このように、実施の形態1のトルクセンサは、共通軸線L-L上に第1回転軸1と第2回転軸2を配置し、これらの第1回転軸1と第2回転軸2とをトーションバー5により結合し、前記第1回転軸1と第2回転軸2との間に与えられる振りトルクを検出するトルクセンサであって、共通軸線L-Lの径方向に磁場を発生する磁場発生手段6と、前記第1回転軸1と第2回転軸2との相対回転に応じて前記磁場発生手段6から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを変化させる磁場変化手段30と、前記検出磁束を検出する磁気センサ15とを備え、前記磁気センサ15が、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とする。この特徴に基づき、磁気センサ15の出力信号の極性が反転するバイポーラ出力信号を得ることができ、このトルクセンサによれば、極性の反転位置での信号のばらつき、誤差を容易に補正することができる。また、製造誤差によって第1回転軸1と第2回転軸の中心軸がずれて偏心状態にある場合、または第1回転軸1と第2回転軸2の中心軸が斜めにずれている場合でも、磁気センサ15を通る検出磁束に実質的な変化を与えるのを少なくし、製造誤差の影響の小さいトルクセンサが実現できる。

[0036] なお、内周筒3のかわりに中実軸を用い、トーションバー5は回転軸1、2を連結するように別の位置に設置することもできる。また非磁性体のスペーシング7、非磁性の連結体13の材料は、磁場発生手段である永久磁石6や磁性体が設置できれば、アルミニウムや樹脂材料など、何を用いてもよい。また内周磁極11a、11b、11c、11dおよび外周磁極14a、14b、14c、14dのかわりに、中間筒8の外周面および外周筒12a、12bの内周面に切り欠きまたは穴を設けるなど、磁気抵抗が変化するようにするだけでもよい。

[0037] 実施の形態2.

図7はこの発明の実施の形態2によるトルクセンサを示す断面図である。この図7は、実施の形態2について、図1(b)と同様な共通軸線L-Lを含む平面による断面図を示す。この実施の形態2では、径方向に着磁されたラジアル配向の2つのリング状の永久磁石6が使用され、これらの2つの永久磁石6が内周磁極11a、11bと、内周筒3との間に配置される。その他の構成は実施の形態1と同じであり、この実施の形態2によっても、実施の形態1と同様な作用、効果を奏する。

なお、実施の形態2における2つの永久磁石6は、磁束が半径方向に出るような構造であればよい。また図7に示す2個の永久磁石6をまとめて、1個の筒状の永久磁石としてもよい。

[0038] 実施の形態3.

図8はこの発明の実施の形態3によるトルクセンサを示す断面図である。この図8は、実施の形態3について、共通軸線L-Lに直交する平面による断面図を示す。この実施の形態3では、実施の形態1における、ラジアル配向のリング状の永久磁石6に代わって、複数の板状あるいは円弧板状の永久磁石板17を用いるもので、具体的には、内周磁極11a、11bの内周位置にそれぞれ9個の径方向に着磁された永久磁石板17を配置する。これらの永久磁石17は、鉄などの磁性材料で構成された中間筒8の内部に配置される。その他の構成は、実施の形態1と同じである。

[0039] この実施の形態3でも、各永久磁石板17による磁束は、この図8の断面では半径方向になるので、実施の形態1と同様の効果が得られる。また実施の形態3では、9個の永久磁石板17を用いているが、中間筒8によって磁束が広がるため、永久磁石板

17の個数はより少なくてもよい。

このように、複数の板状あるいは円弧板状の永久磁石板17を用いることで、低コストのトルクセンサが実現できる。

[0040] 実施の形態4.

この発明のトルクセンサでは、第1回転軸1と第2回転軸2の相対回転によって、共通軸線L-Lに沿って流れる検出磁束の方向と大きさが変化する。共通軸線L-Lの方向に流れる検出磁束の方向と大きさを変化する磁場変化手段30として、実施の形態1では、内周磁極11a、11b、11c、11dと外周磁極14a、14b、14c、14dを採用したが、他の磁場変化手段であってもよい。

図9はこの発明の実施の形態4によるトルクセンサを示す正面図と断面図である。図9(a)は、図1(a)と同様な共通軸線L-Lの方向の正面図であり、図9(b)は共通軸線L-Lを含む平面での図1(b)と同様な断面図の一部を示し、また図9(c)は内周磁極11a、11b、11c、11dと、傾斜磁極板18a、18bとの関係を示す図で、磁極11aから11dと傾斜磁極板18a、18bを共通軸線L-Lに平行な面への投影した図を示している。

[0041] 図9の実施の形態4では、中間筒8の内周に5個の板状または円弧板状の永久磁石17を用いて半径方向に起磁力を発生する。この実施の形態4では、4つの磁場変化手段31、32、33、34の内周磁極11a、11b、11c、11dのそれぞれは、72度の角度間隔で互いに同相に配置された5個の突出磁極により構成され、またこの実施の形態4では、実施の形態1の外周磁極14a、14cに代わって、5個の第1傾斜磁極板18aが使用され、また外周磁極14b、14dに変わって5個の第2傾斜磁極板18bが使用される。

[0042] 5個の第1傾斜磁極板18aは、共通軸線L-Lの周りの同一円周上に円周方向に並べて配置され、それぞれ第1外周筒12aの内周面を5等分した72度の角度範囲内に配置される。この5個の第1傾斜磁極板18aは、72度の角度間隔で配置された内周磁極11a、11cのそれぞれの突出磁極と対応する。この各第1傾斜磁極板18aは、72度の角度範囲において、図9(c)に示すように、共通軸線L-Lに対して所定角度 α だけ傾斜した方向に延長されており、内周磁極11a、11cの突出磁極と対向する。こ

の第1傾斜磁極板18aが共通軸線L-Lの周りを回転すると、内周磁極11a、11cの突出磁極との対向面積が変化する。

[0043] 5個の第2傾斜磁極板18bは、共通軸線L-Lの周りの同一円周上に円周方向に並べて配置され、それぞれ第2外周筒12bの内周面を5等分した72度の角度範囲内に配置される。この5個の傾斜磁極板18bは、72度の角度間隔で配置された内周磁極11b、11dのそれぞれの突出磁極と対応する。この各第2傾斜磁極板18bは、72度の角度範囲において、図9(c)に示すように、共通軸線L-Lに対して所定角度 α だけ傾斜した方向に延長されており、内周磁極11b、11dの突出磁極と対向する。この第2傾斜磁極板18bも共通軸線L-Lの周りで回転すると、内周磁極11b、11dの突出磁極との対向面積が変化する。

[0044] 例えば図9(c)の状態では、第1、第2傾斜磁極板18a、18bが内周磁極11a、11dと向かい合う面積は大きく、また内周磁極11b、11cと向かい合う面積は小さい。したがって、第1傾斜磁極板18aと内周磁極11aとの間の磁気抵抗、および第2傾斜磁極板18bと内周磁極11dとの間の磁気抵抗は小さく、逆に第1傾斜磁極板18aと内周磁極11cとの間の磁気抵抗、および第2傾斜磁極板18bと内周磁極11bとの間の磁気抵抗は大きくなる。このとき、主な磁束は図9(b)に示す磁束16a、16b、16cのようになり、磁気センサ15を共通軸線L-Lに沿って軸方向に流れる検出磁束16cが存在する。この検出磁束16cは、中間筒8から磁極11a、第1傾斜磁極板18aを経て、第1外周筒12aに至り、この第1外周筒12aから共通軸線L-Lに沿って磁気センサ15を通り、第2外周筒12b、第2傾斜磁極板18b、内周磁極11dを経て、中間筒8に至る磁束となり、磁気センサ15に対して、第1外周筒12aから第2外周筒12bの方向に流れる。この検出磁束16cの大きさは、回転軸1、2の相対回転角度、すなわち第1、第2傾斜磁極板18a、18bと内周磁極11aから11dとの相対回転角度に比例する。

[0045] 第1、第2傾斜磁極板18a、18bがさらに回転して、第1、第2傾斜磁極板18a、18bが内周磁極11a、11dと向かい合う面積が減少し、逆に第1、第2傾斜磁極板18a、18bが内周磁極11b、11cと向かい合う面積が増大した場合には、第2外周筒12bから第1外周筒12aに向かって検出磁束が共通軸線L-Lに沿って軸方向に流れることになり、磁気センサ15に流れる検出磁束の方向が反転する。このため、第1、第2傾

斜磁極板18a、18bの回転に伴ない、検出磁束の方向が反転するので、磁気センサ15の出力信号の極性が反転する。この極性反転後の検出磁束の大きさも、回転軸1、2の相対回転角度、すなわち第1、第2傾斜磁極板18a、18bと内周磁極11aから11dとの相対回転角度に比例する。

[0046] このように、実施の形態4では、傾斜磁極板18a、18bを用いることにより、第1回転軸1と第2回転軸2との相対回転角度に応じて、傾斜磁極板18a、18bと、内周磁極11aから11dとの向かい合う面積が変わり、磁気センサ15の出力信号の極性を反転しながらトルクが検出できる。なお、傾斜磁極板18a、18bは、それぞれ一枚の板で構成しても、また複数の磁性薄板の位置をずらして階段状の傾斜磁極板として構成することもできる。

[0047] 実施の形態5.

図10はこの発明の実施の形態5によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図10(a)は図1(b)と同様に共通軸線L-Lを含む平面による断面図であり、図10(b)は図2と同様の側面図である。この実施の形態5において、第1回転軸1側の第1外周筒12aと第2回転軸2側の第2外周筒12bは、非磁性の連結体13で連結される。この連結体13は、円筒状に構成されていて、図10(a)に示すように外周筒12a、12bを、それらの相対向する端部の内周面側で互いに連結している。第2回転軸2が回転すると、外周筒12a、12bは連結体13と一体となって回転する。

[0048] 第1外周筒12aと第2外周筒12bとの間の連結体13の外周には、磁気センサ15が設置される。この磁気センサ15の両側には、鉄材などの磁性材料で構成された固定磁極19a、19bが配置される。これらの固定磁極19a、19bは、外周筒12a、12bに接触しないように、外周筒12a、12bに小さな空隙長を介して対向している。これらの固定磁極19a、19bおよび磁気センサ15は、動かない絶対空間に対して固定される。その他の構成は、実施の形態1と同じである。

[0049] この実施の形態5では、固定磁極19a、19bおよび磁気センサ15が動かない絶対空間に固定されるので、第2回転軸2が回転しても、磁気センサ15からの検出用ケーブルはもつれず、また磁気センサ15の耐久性も向上する。第1回転軸1と第2回転軸2の間に振りトルクが働いて相対角度が変わると、外周筒12a、12bの間に検出磁束

が流れるが、この検出磁束は共通軸線方向に流れ、固定磁極19a、19bを通り、磁気センサ15を流れる。この磁気センサ15を流れる検出磁束は、実施の形態1と同様に、回転軸1、2の相対回転角度に応じて方向と大きさが変わるので、実施の形態1と同様に、磁気センサ15からバイポーラの出力信号を得ることができ、磁気センサ15の出力値を検出することによって振りトルクが測定できる。

[0050] 実施の形態6.

図11はこの発明の実施の形態6によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図11(a)は図1(b)と同様に共通軸線L-Lを含む平面による断面図であり、図11(b)は図2と同様の側面図である。この実施の形態6では、連結体13は図11(a)(b)に示すように、外周筒12a、12bとほぼ同じ半径の円筒形状としている。第2回転軸2が回転すると、第1回転軸1側の第1外周筒12aと第2回転軸2側の第2外周筒12bは、非磁性の連結体13と一体となって回転する。

[0051] 連結体13の外周に磁気センサ15が設置される。この磁気センサ15には、鉄材などの磁性材料で構成された固定磁極19a、19bが付設される。固定磁極19aは、第1外周筒12aが第2外周筒12bと対向する端部の外周面に小さな空隙を介して対向し、また固定磁極19bは、第2外周筒12bが第1外周筒12aと対向する端部の外周面に小さな空隙を介して対向している。これらの固定磁極19a、19bおよび磁気センサ15は、動かない絶対空間に固定される。その他の構成は実施の形態1と同じである。

[0052] 第1回転軸1と第2回転軸2の間に振りトルクが働いて、それらの相対角度が変わると、外周筒11a、12bの間に、共通軸線方向に検出磁束が流れるが、検出磁束は固定磁極19a、19bを介して磁気センサ15に流れる。この磁気センサ15を流れる検出磁束は、実施の形態1と同様に、回転軸1、2の相対回転角度に応じて方向と大きさが変わるので、実施の形態1と同様に、磁気センサ15からバイポーラの出力信号を得ることができ、磁気センサ15の出力値を検出することによって振りトルクが測定できる。

この実施の形態6でも、磁気センサ15および固定ヨーク19a、19bを動かない絶対空間に対して固定することにより、第2回転軸2が回転してもセンサ検出用ケーブルはもつれず、また磁気センサ15の耐久性も向上する。

[0053] 実施の形態7.

図12はこの発明の実施の形態7によるトルクセンサを示す断面図と側面図である。図12(a)は図1(b)と同様に共通軸線を含む平面による断面図であり、図12(b)は図2と同様の側面図である。この実施の形態7は、複数の磁気センサを設置することを特徴とし、図12では2個の磁気センサ15a、15bを設置している。その他の構成は実施の形態1と同じである。

この発明のトルクセンサを使用中に、磁気センサ15が故障する可能性もあるため、複数の磁気センサ15a、15bを用いて冗長な設計とし、安全性を向上している。磁気センサ15a、15bは、実施の形態1の磁気センサ15と同様に、連結体13に設けられた空隙部に設置される。

[0054] また例えば第1回転軸1側の第1外周筒12aと、第2回転軸2側の第2外周筒12bとが傾いて設置された場合に、これらの外周筒12a、12bと磁気センサ15の間の空隙長には誤差が生じるが、この実施の形態7のように複数の磁気センサ15a、15bを用い、それらの出力信号の出力平均を取ることで、製造誤差の影響を緩和できる。また感度の異なる複数の磁気センサ15aと磁気センサ15bを用いることにより、広い測定レンジを高感度に検出できる。

このように、複数の磁気センサ15a、15bを用いることにより、安全性を向上でき、製造誤差の影響を緩和でき、広い測定レンジを高感度に検出できる。

[0055] 実施の形態8.

図13はこの発明の実施の形態8によるトルクセンサを示す側面図である。第1回転軸1側の第1外周筒12aと第2回転軸2側の第2外周筒12bは、非磁性体の連結体13で連結され、一体となって回転する。また複数の磁気センサ15a、15bが設置され、磁気センサ15aは固定磁極19a、19bとともに動かない絶対空間に対して固定され、また磁気センサ15bは固定磁極19c、19dとともに動かない絶対空間に対して固定される。

[0056] 第1外周筒12aの連結体13側の端面22には、図13に示すように凹凸形状23が形成されている。この凹凸形状23は端面22の周方向に、所定間隔で形成された凹部分と凸部分を交互に持っており、各凹部分と凸部分の高さはすべて均一とされる。磁

気センサ15aの固定磁極19aと磁気センサ15bの固定磁極19cは、この凹凸形状23と小さな空隙を介して対向するが、これらの対向状態は凹凸形状23に対して互いに逆位相となるように設置される。具体的には、磁気センサ15aの固定磁極19aが凹凸形状23の凸部分と対向するときに、磁気センサ15bの固定磁極19cはその凹部分に対向するように設置される。磁気センサ15aの固定磁極19aが凹凸形状の凹部分と対向するときには、磁気センサ15bの固定磁極19cはその凸部分に対向する。図13では、磁気センサ15aの固定磁極19aが、凹凸形状の凸部分に、また磁気センサ15bの固定磁極19cが、その凹部分に対向する状態を示している。その他の構成は実施の形態1と同じである。

[0057] 図14はこの実施の形態8によるトルクセンサを回転させながらトルクを大きくした場合のセンサ出力波形を示している。図14の横軸は時間であり、その縦軸は磁気センサの出力信号である。磁気センサ15aの出力波形は例えば実線の波形20aのように、時間の経過とともに正弦波または正弦波の近い変化をするが、その平均的な大きさはトルクの増大に伴ない増大している。このトルクの増大は、実施の形態1で説明した角度位置 θa 、 θb の間の検出範囲において、トルクの増大に伴ない、磁気センサ15aを通る検出磁束の大きさが直線的に増大することに依存している。出力波形20aの正弦波状の変化は、磁気センサ15aの固定磁極19aと、第1外周筒12aの凹凸形状の対向部分の変化に依存しており、第1外周筒12aの回転に伴ない、固定磁極19aが凹凸形状との対向部分を順次変化する結果、正弦波状の変化が現われる。

[0058] これに対して磁気センサ15bの出力波形は点線の波形20bのようになる。この磁気センサ15bの出力波形20bは、固定磁極19cと固定磁極19aの凹凸形状に対する対向位相が互いに逆位相となっているため、磁気センサ15aの出力波形20aと逆位相の正弦波となっている。この磁気センサ15bの出力波形20bも、磁気センサ15aの出力波形20aと同様に、その平均的な大きさがトルクの増大に伴ない増大しているが、このトルクの増大は、実施の形態1で説明した角度位置 θa 、 θb の間の検出範囲において、トルクの増大に伴ない、磁気センサ15aを通る検出磁束の大きさが直線的に増大することに依存している。

[0059] 図14の一点鎖線の波形20cは、磁気センサ15aの出力波形20aと磁気センサ15b

の出力波形20bの加算平均を示している。出力波形20a、20bは、結果としてこの波形20cに沿って、トルクの増大に伴ない、増大している。この波形20cでは、第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23の影響で生じる回転時の正弦波状変動成分は、磁気センサ15aの出力波形20aと磁気センサ15bの出力波形20bとが逆相であるので打ち消される。したがって磁気センサ15aの出力波形20aと磁気センサ15bの出力波形20bの加算平均として得られる一点鎖線の波形20cは、第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23の影響を受けず、回転軸1、2の間に働く振りトルクの大きさの変化を表わす。この波形20cに基づき、回転軸1、2に与えられる振りトルクを検出することができる。

[0060] 図14の二点鎖線の波形20dは、磁気センサ15aの出力波形20aと磁気センサ15bの出力波形20bの差の $1/2$ の大きさを表わし、これは横軸に沿って正弦波状に変化している。第1回転軸1と第2回転軸2との間に働くトルクの大きさは、磁気センサ15aの出力と磁気センサ15bの出力の両方に影響するため、これらの差を取ることで、トルク成分が除去される。一方、第1回転軸1側の第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23の影響で生じる回転時の変動成分は、磁気センサ15aの出力波形20aと磁気センサ15bの出力波形20bでは互いに逆相であるので、それらの差を取ることで第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23の影響はこの波形20dに残り、この波形20dに基づき、第1外周筒12aの回転角度が検出できる。

[0061] なお、図13に示す実施の形態8では、第1外周筒12aの端面22における凹凸形状23の高さは、その端面22の周方向においてすべて均一としたが、これらの高さを周方向に変えることで、絶対角度を検出することも可能である。また磁気センサを3個以上使い、第1外周筒12aの端面22の凹凸形状23も多段としてもよい。また第2外周筒12bが第1外周筒12aと対向する端面に凹凸形状23を形成してもよい。さらに外周筒12a、12bと固定磁極19a、19b、19c、19dの間の磁気抵抗が変化する方式であれば、凹凸形状23以外の手段でもよい。また凹凸形状23は外周筒12a、12bの端面ではなく、その周面、例えばその外周面に形成してもよい。

[0062] この実施の形態8では2個の磁気センサ15a、15bを用いて、それらの出力信号の和、差を求めているが、一方の磁気センサが故障したときは、他方の磁気センサの検

出信号を用いることにより、性能は少し劣るがトルクセンサとして使用することができるため、トルクセンサとしても冗長な設計となる。

[0063] このように、第1、第2外周筒12a、12bに凹凸形状23などの磁気抵抗変化部分を形成することによって、トルク検出の他に回転角度も検出することができる。複数の磁気センサを用いてそれらが凹凸形状23と向かい合う位相を逆相にし、複数の磁気センサの出力信号の和あるいは差を取ることによって、トルクおよび回転角度の両方を検出するセンサが低コストで実現できる。

[0064] 実施の形態9.

図15はこの発明の実施の形態9によるトルクセンサを示す側面図である。第1外周筒12aの第1回転軸1側の端面には、周方向に凹凸形状24が形成され、この凹凸形状24に対向する回転角度検出手段21を用いて回転角度を検出している。この回転角度検出手段21は、例えば渦電流式の変位センサなどである。その他の構成は実施の形態5と同じである。

産業上の利用可能性

[0065] この発明によるトルクセンサは、例えば自動車の操作ハンドルのステアリングトルクを検出するのに使用されるが、トルクを検出する用途であれば、他の用途にも応用することができる。

図面の簡単な説明

[0066] [図1]この発明によるトルクセンサの実施の形態1を示し、図1(a)はその一部の部品を省略した正面図、図1(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

[図2]実施の形態1のトルクセンサの側面図である。

[図3]実施の形態1のトルクセンサの原点位置における状態を示し、図3(a)はその一部の部品を省略した正面図、図3(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

[図4]実施の形態1の第1トルク範囲における状態を示し、図4(a)はその一部の部品を省略した正面図、図4(b)はその共通軸線を含む平面における断面図である。

[図5]実施の形態1のトルクセンサにおいて、第1、第2回転軸の軸線がずれた場合の磁束の流れを示す正面図である。

[図6]実施の形態1のトルクセンサにおいて、第1、第2回転軸が傾いた場合の磁束の流れを示す断面図である。

[図7]この発明の実施の形態2によるトルクセンサを、その共通軸線を含む平面で断面した断面図である。

[図8]この発明の実施の形態3によるトルクセンサを、その一部の部品を省略して示す正面図である。

[図9]この発明によるトルクセンサの実施の形態4を示し、図9(a)はその一部の部品を省略した正面図、図9(b)はその共通軸線を含む平面における断面図、図9(c)は内周磁極と傾斜磁極板との関係を示す展開図である。

[図10]この発明によるトルクセンサの実施の形態5を示し、図10(a)はその共通軸線を含む平面における断面図、図10(b)はその側面図である。

[図11]この発明によるトルクセンサの実施の形態6を示し、図11(a)はその共通軸線を含む平面における断面図、図11(b)はその側面図である。

[図12]この発明によるトルクセンサの実施の形態7を示し、図12(a)はその共通軸線を含む平面における断面図、図12(b)はその側面図である。

[図13]この発明によるトルクセンサの実施の形態8を示す側面図である。

[図14]実施の形態8における磁気センサの出力波形図を示す特性図である。

[図15]この発明によるトルクセンサの実施の形態8を示す側面図である。

符号の説明

- [0067] 1:第1回転軸、2:第2回転軸、3:内周筒、4:ベース板、5:トーションバー、
6:磁場発生手段、7:スペーサリング、8:中間筒、9、10:リング状鉄心、
11a、11b、12c、12d:内周磁極、12、12a、12b:外周筒、
13:連結体、14a、14b、14c、14d:外周磁極、
15、15a、15b:磁気センサ、16a、16b:磁束、16c:検出磁束、
16d、15e、16f、16g、16h、16i、16j、16k、16l:磁束、
16m、16n、16o、16p、16q、16r、16s、16t:磁束、
17:永久磁石板、18a、18b:傾斜磁極板、19a、19b、19c、19d:固定磁極、
20a、20b、20c、20d:波形、21:回転角度検出手段、22:端面、

23、24:凹凸形状、30:磁場変化手段、31:第1磁場変化手段、
32:第2磁場変化手段、33:第3磁場変化手段、34:第4磁場変化手段。

請求の範囲

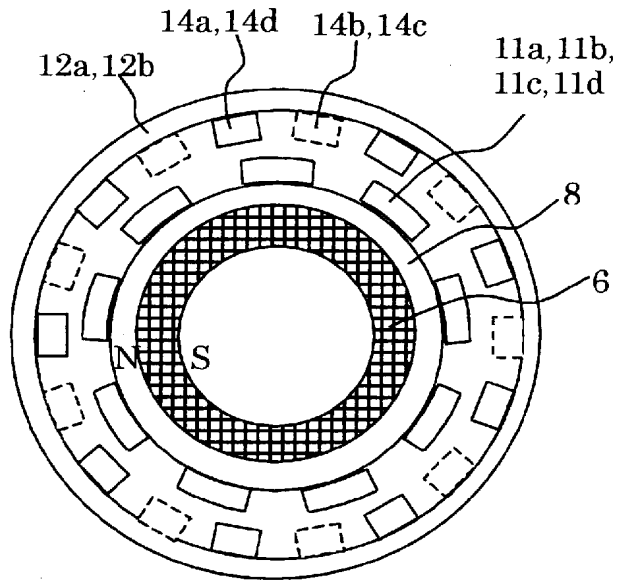
- [1] 共通軸線上に第1回転軸と第2回転軸を配置し、これらの第1回転軸と第2回転軸とをトーションバーにより結合し、前記第1回転軸と第2回転軸との間に与えられる捩りトルクを検出するトルクセンサであって、前記共通軸線を中心とした径方向に磁場を発生する磁場発生手段と、前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束の方向と大きさを前記第1回転軸と第2回転軸との相対回転に応じて変化させる磁場変化手段と、前記検出磁束を検出する磁気センサとを備え、前記磁気センサが、前記検出磁束の方向に応じて極性が変化し、また前記検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とするトルクセンサ。
- [2] 請求項1記載のトルクセンサであって、前記磁場発生手段として、前記共通軸線の周りに少なくとも1つのリング状の永久磁石を配置し、前記共通軸線を中心とした径方向に前記永久磁石を着磁したことを特徴とするトルクセンサ。
- [3] 請求項1記載のトルクセンサであって、前記磁場発生手段として、複数個の永久磁石板を前記共通軸線の周りに配置し、これらの永久磁石板により前記磁場を発生することを特徴とするトルクセンサ。
- [4] 請求項1記載のトルクセンサであって、前記第2回転軸とともに回転する外周筒を備え、前記磁場変化手段が複数の磁場変化手段を有し、これらの複数の磁場変化手段が前記外周筒の内周に前記共通軸線に沿って配置されたことを特徴とするトルクセンサ。
- [5] 請求項4記載のトルクセンサであって、前記外周筒が前記共通軸線に沿って配置された第1外周筒と第2外周筒とを有し、これらの第1外周筒と第2外周筒が、それらの間に前記検出磁束を流すように構成され、この検出磁束が通るように前記磁気センサが配置されたことを特徴とするトルクセンサ。
- [6] 請求項5記載のトルクセンサであって、前記第1外周筒の内周に第1磁場変化手段と第3磁場変化手段が配置され、また前記第2外周筒の内周に第2磁場変化手段と第4磁場変化手段が配置されたことを特徴とするトルクセンサ。
- [7] 請求項6記載のトルクセンサであって、前記第1、第2、第3、第4磁場変化手段のそれぞれが、前記第1回転軸とともに回転する内周磁極と、この内周磁極に対向する外

周磁極とを有し、前記第1、第3磁場変化手段の各外周磁極が前記第1外周筒の内周面に、また前記第2、第4磁場変化手段の各外周磁極が前記第2外周筒の内周面にそれぞれ配置されたことを特徴とするトルクセンサ。

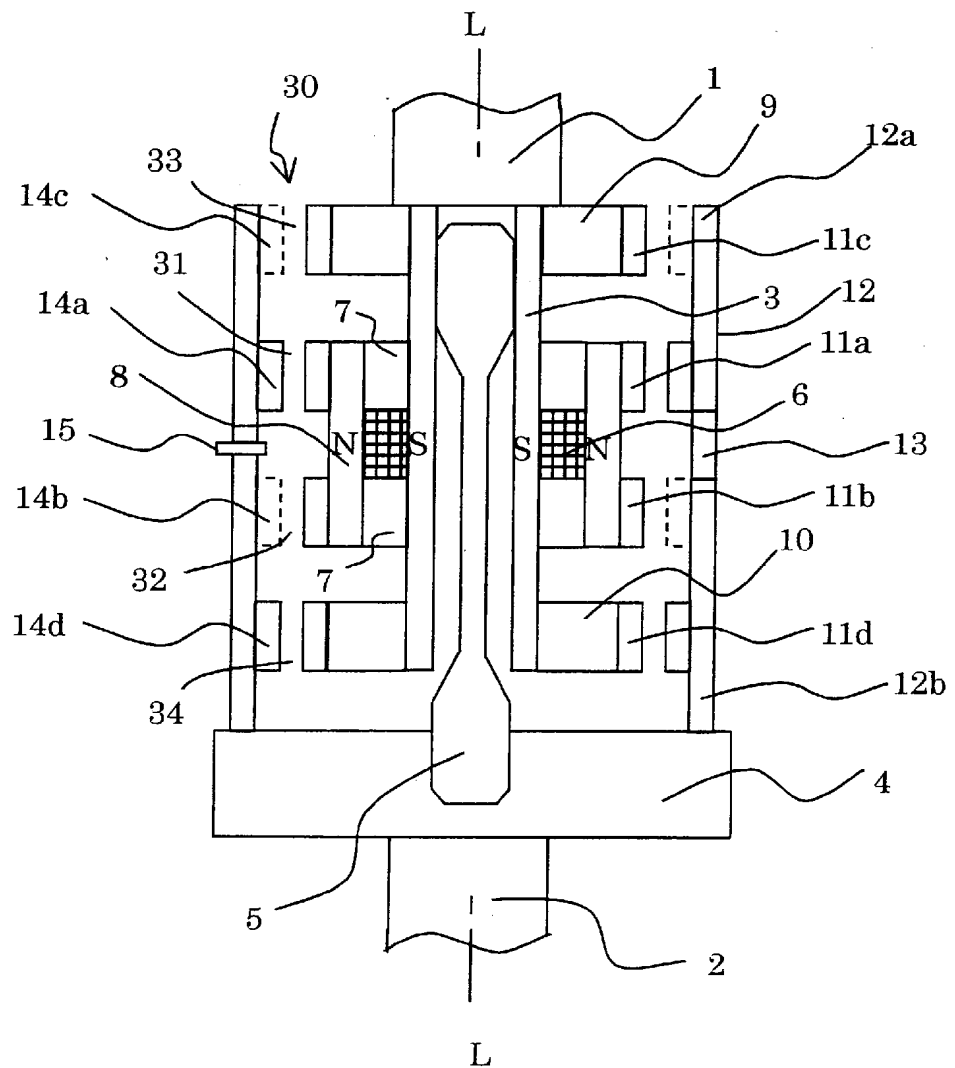
- [8] 請求項6記載のトルクセンサであって、前記第1外周筒と第2外周筒の内周にそれぞれ前記共通軸線に対して所定角度傾斜した方向に延長される第1傾斜磁極板と第2傾斜磁極板が配置され、前記第1傾斜磁極板を用いて前記第1磁場変化手段と第3磁場変化手段が構成され、前記第2傾斜磁極板を用いて前記第2磁場変化手段と第4磁場変化手段が構成されることを特徴とするトルクセンサ。
- [9] 請求項5記載のトルクセンサであって、前記磁気センサは前記第1外周筒および第2外周筒が回転しても動かないように固定されていることを特徴とするトルクセンサ。
- [10] 請求項1記載のトルクセンサであって、第1、第2の磁気センサを備え、これらの磁気センサのそれぞれが前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束を検出し、その検出磁束の方向に応じて極性が変化し、またその検出磁束の大きさに応じて大きさが変化する出力信号を発生することを特徴とするトルクセンサ。
- [11] 請求項1記載のトルクセンサであって、前記磁気センサの出力信号に基づき、前記振りトルクに加え、前記第2回転軸の回転角度をも検出することを特徴とするトルクセンサ。
- [12] 請求項1記載のトルクセンサであって、第1、第2の磁気センサを備え、各磁気センサのそれぞれが前記磁場発生手段から前記共通軸線に沿って流れる検出磁束を検出するときに、前記第1の磁気センサが前記第2回転軸の回転に伴ない周期的に変化する第1信号成分を含み、前記第2の磁気センサが前記第2回転軸の回転に伴ない前記第1信号成分と逆相の第2信号成分を含むことを特徴とするトルクセンサ。
- [13] 請求項1記載のトルクセンサであって、さらに前記第2回転軸の回転角度を検出する回転角度検出手段を備えたことを特徴とするトルクセンサ。

[図1]

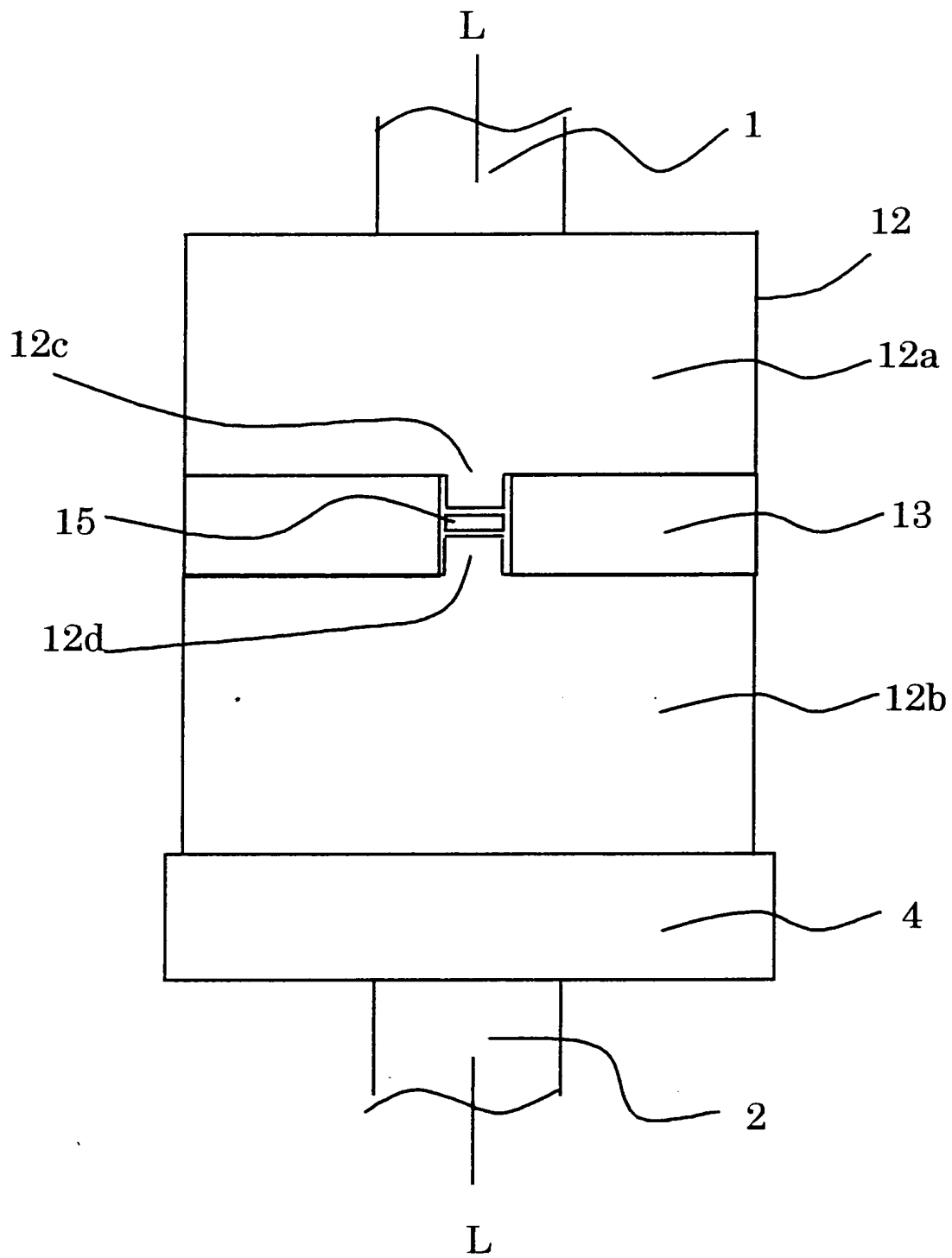
(a)



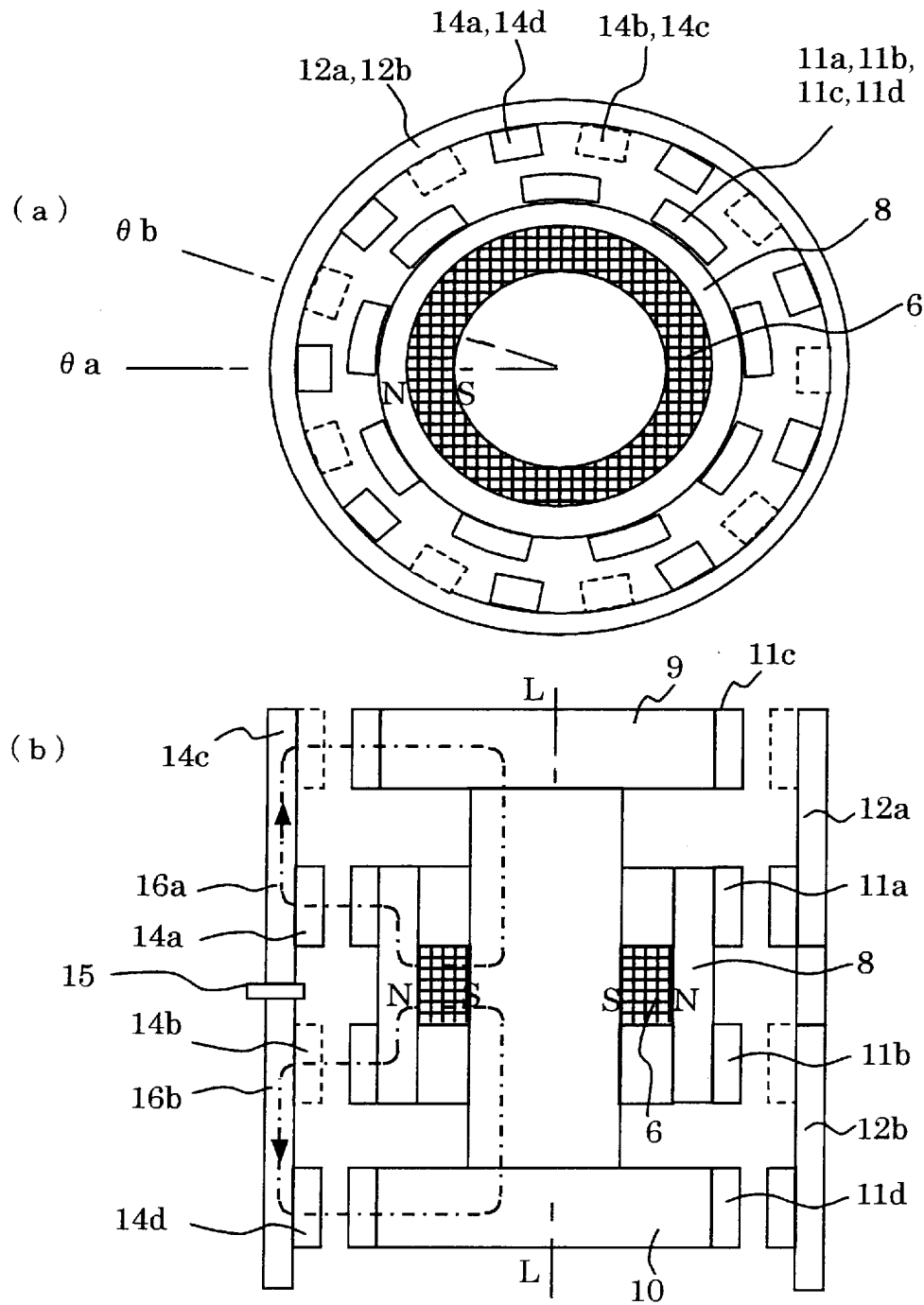
(b)



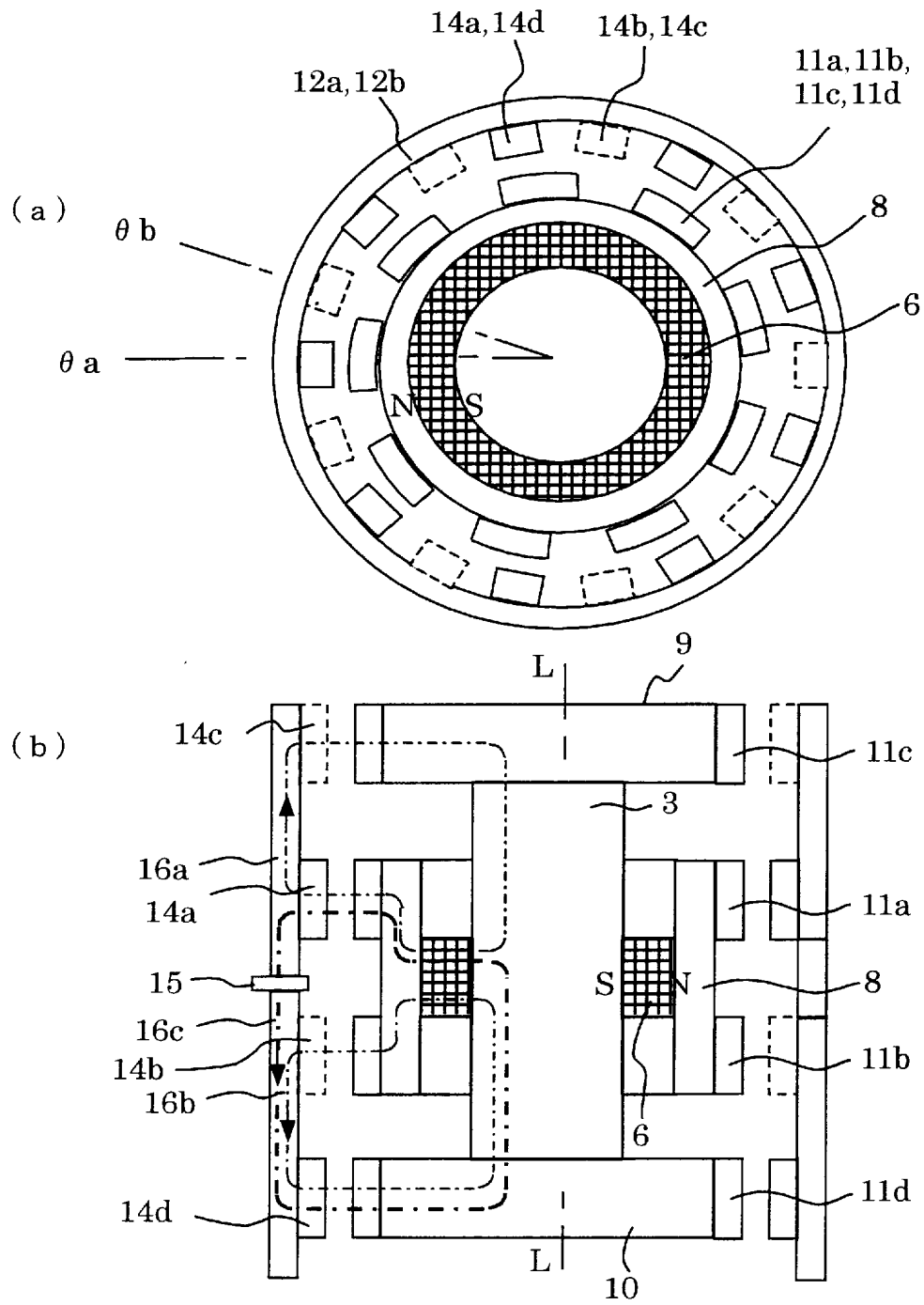
[図2]



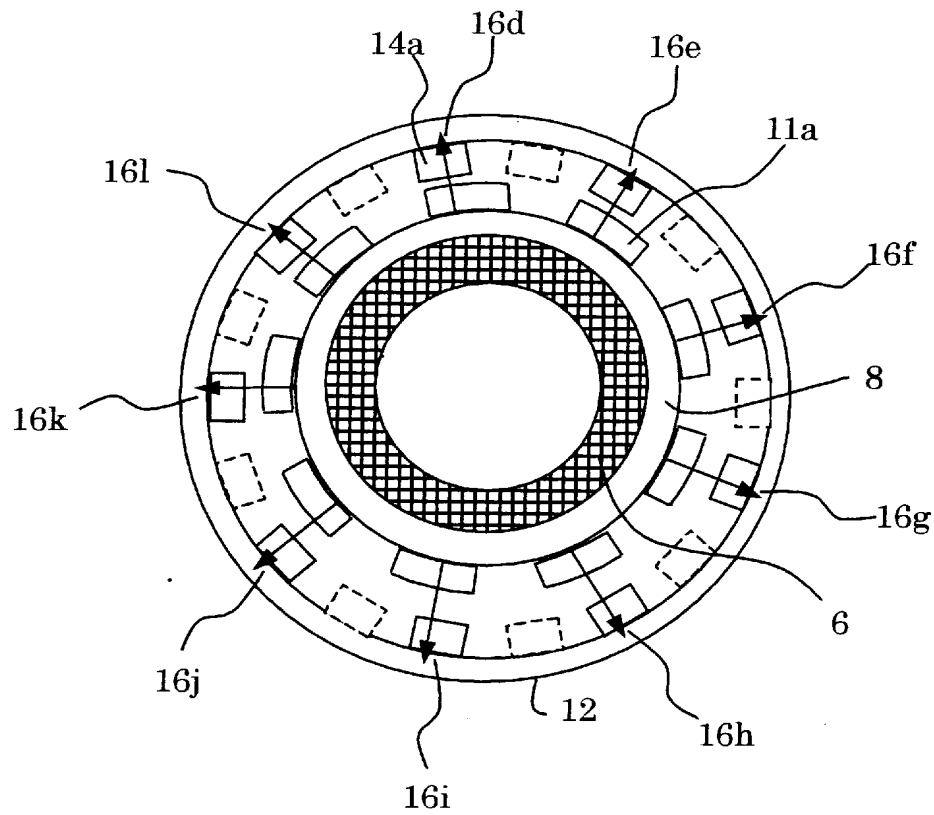
[図3]



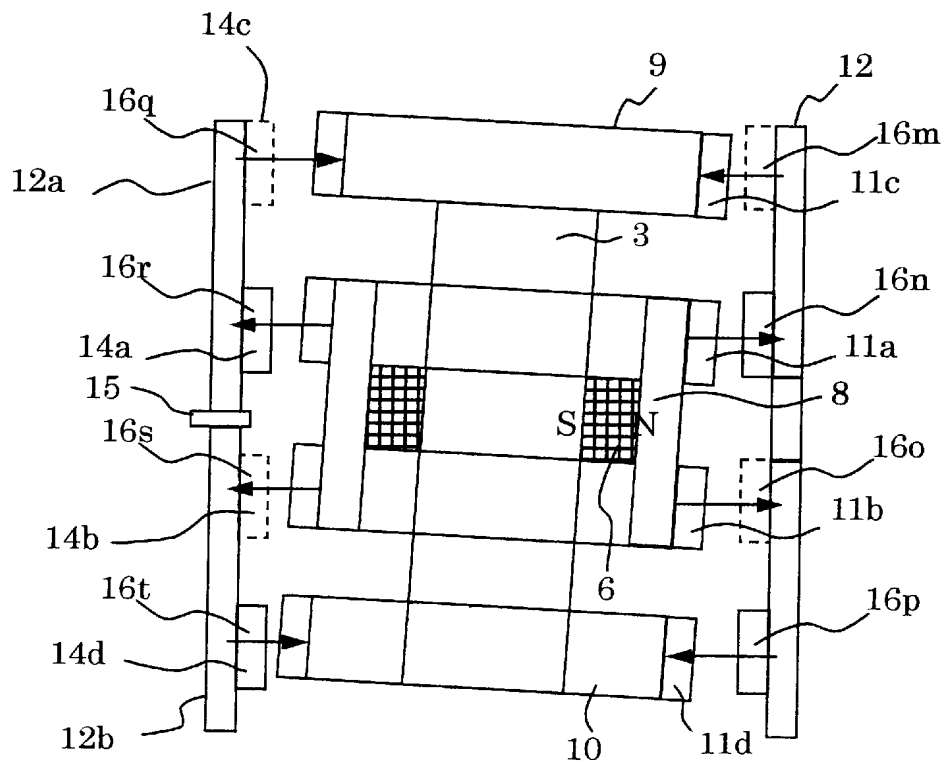
[[図4]]



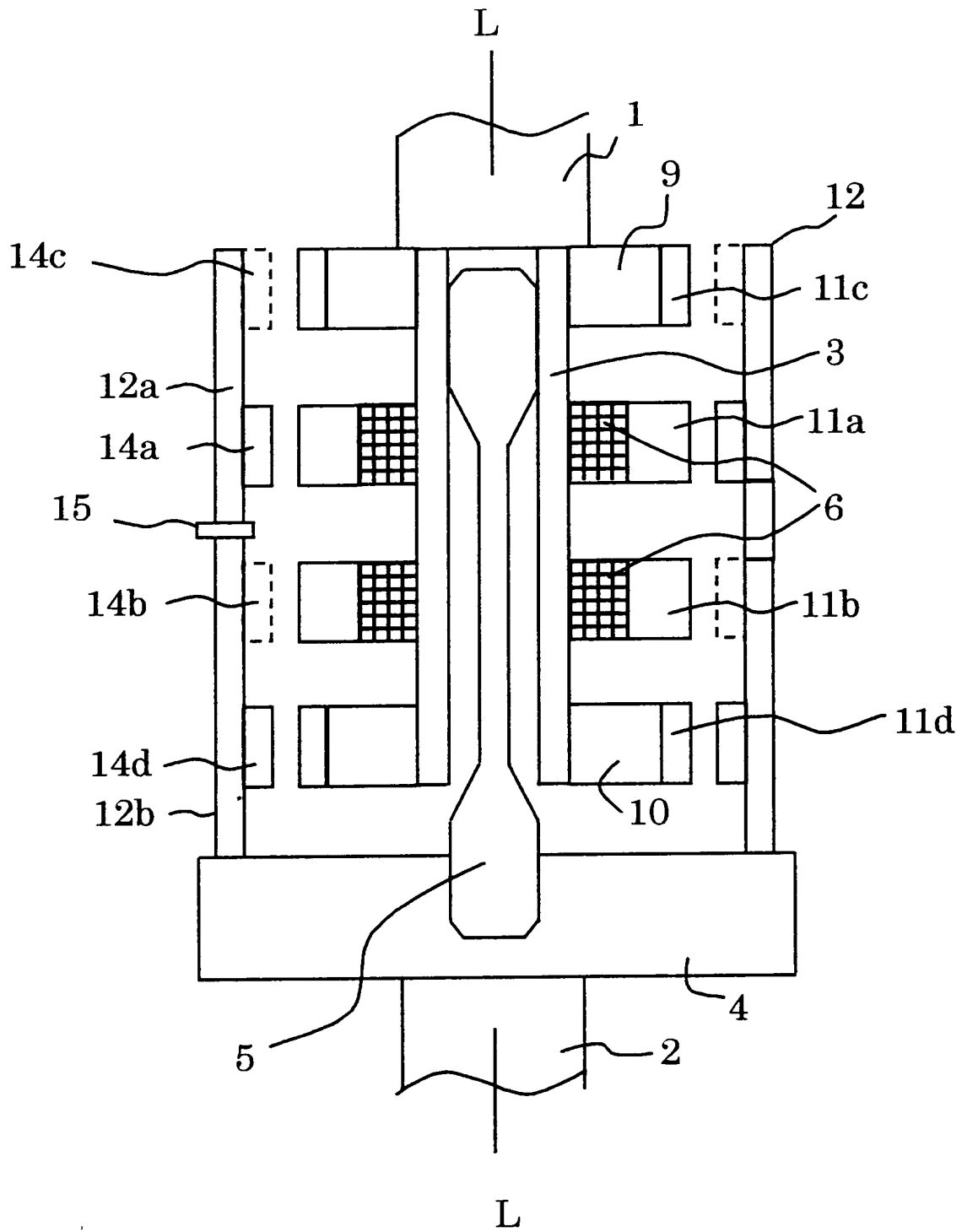
[[図5]]



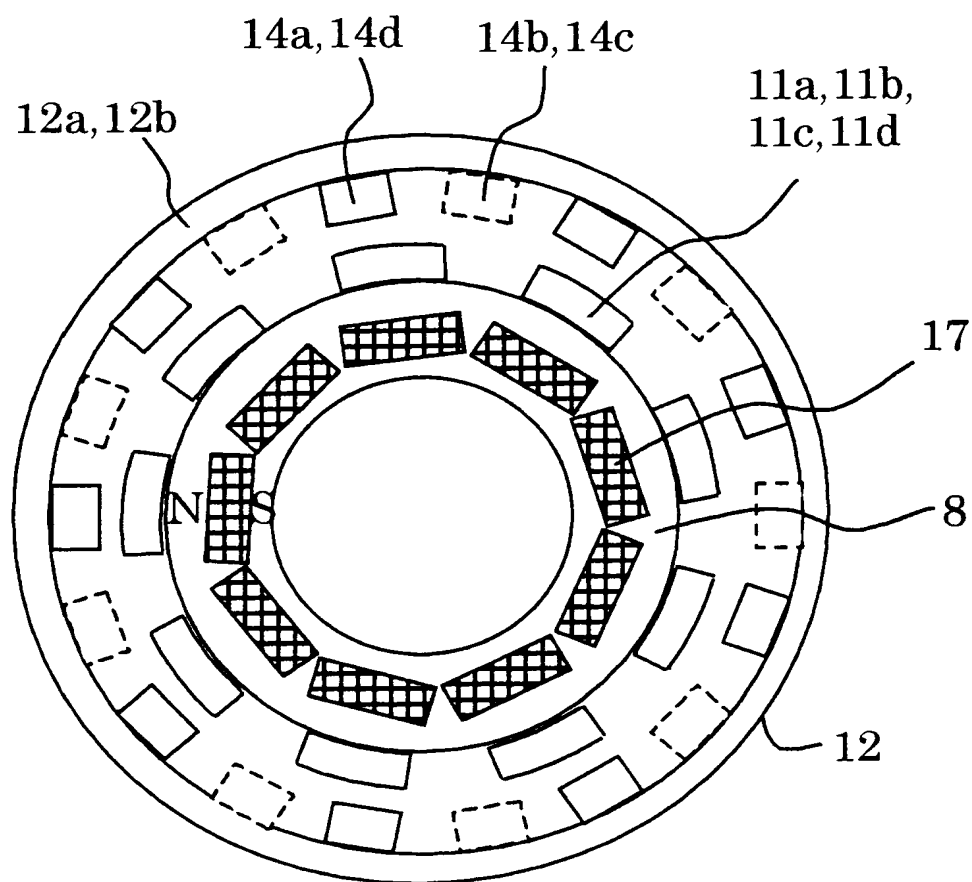
[[図6]]



[図7]

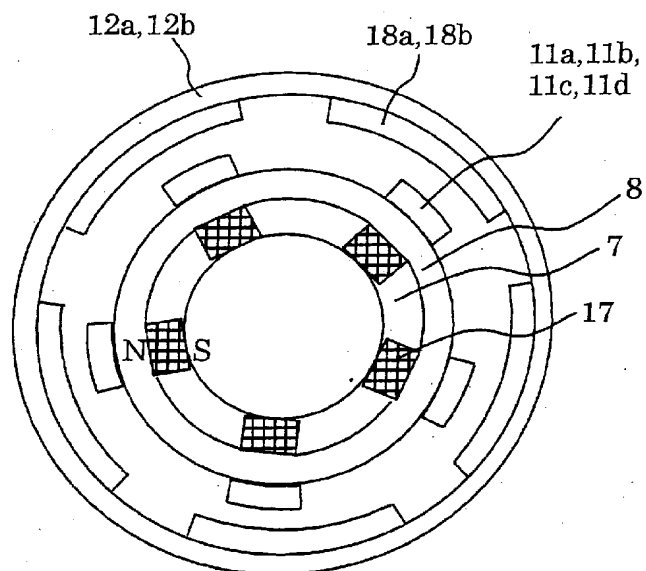


[図8]

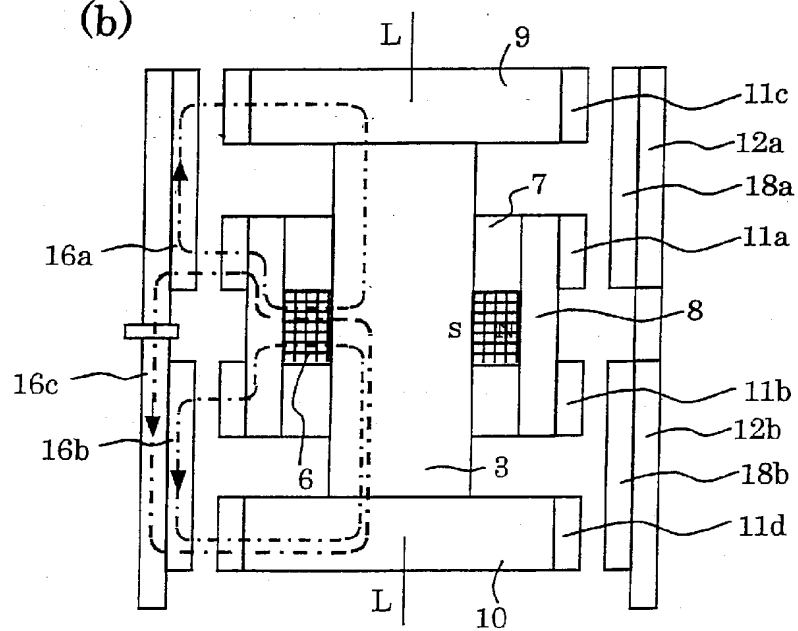


[図9]

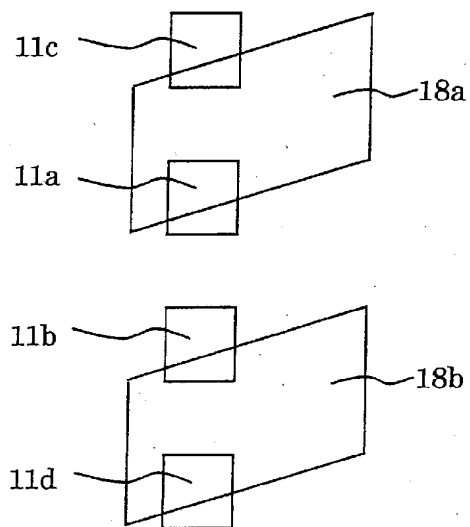
(a)



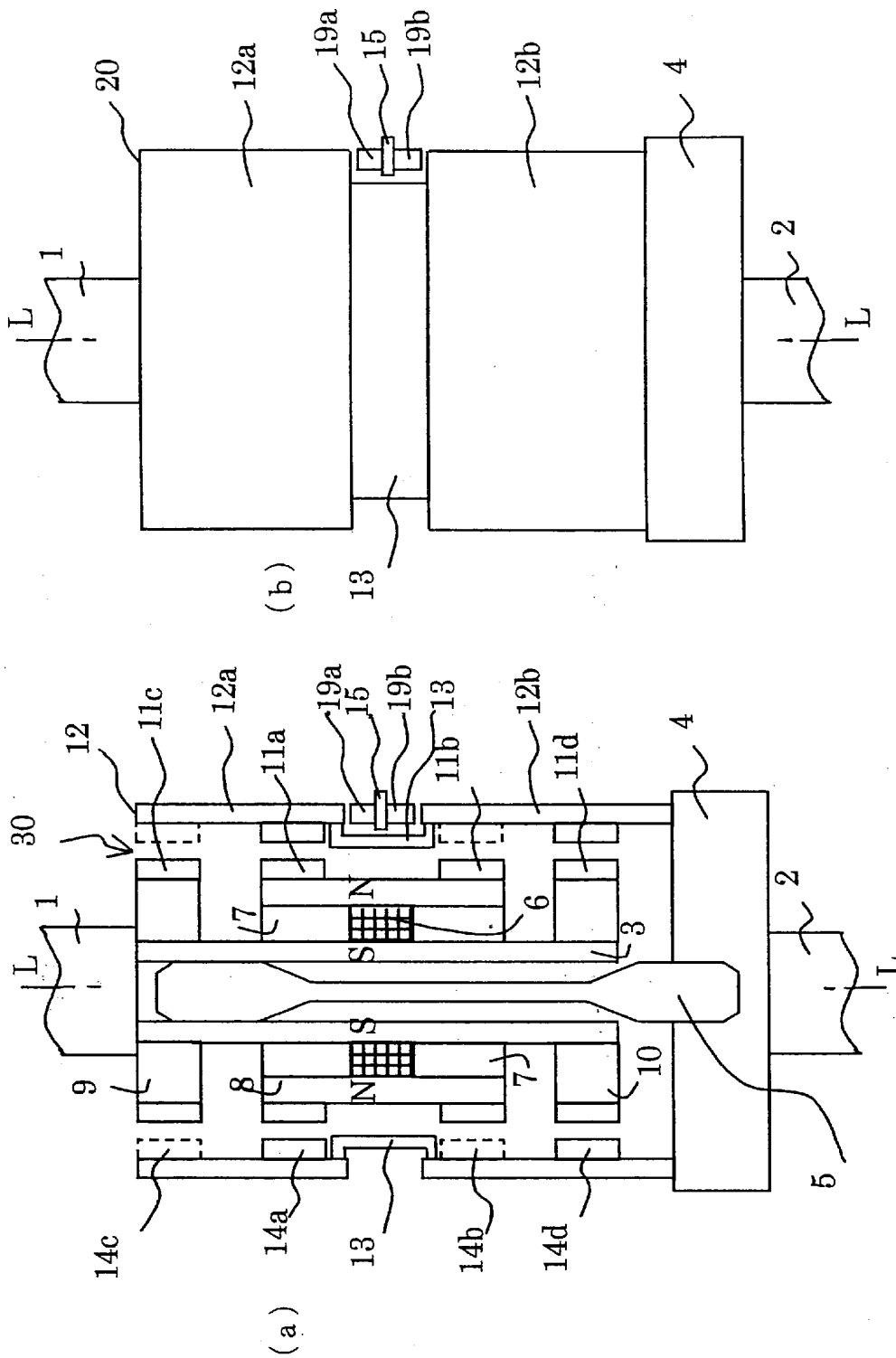
(b)



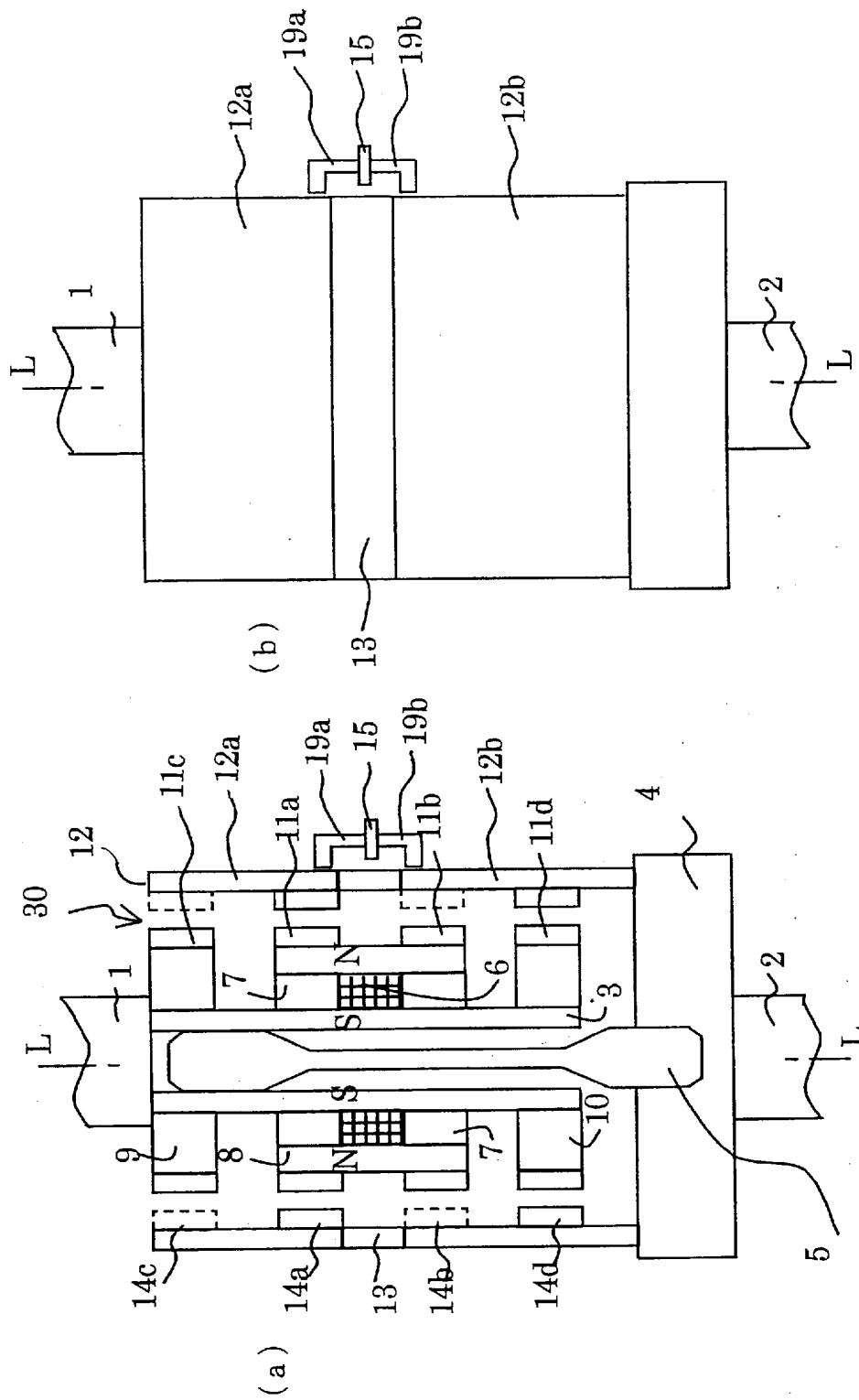
(c)



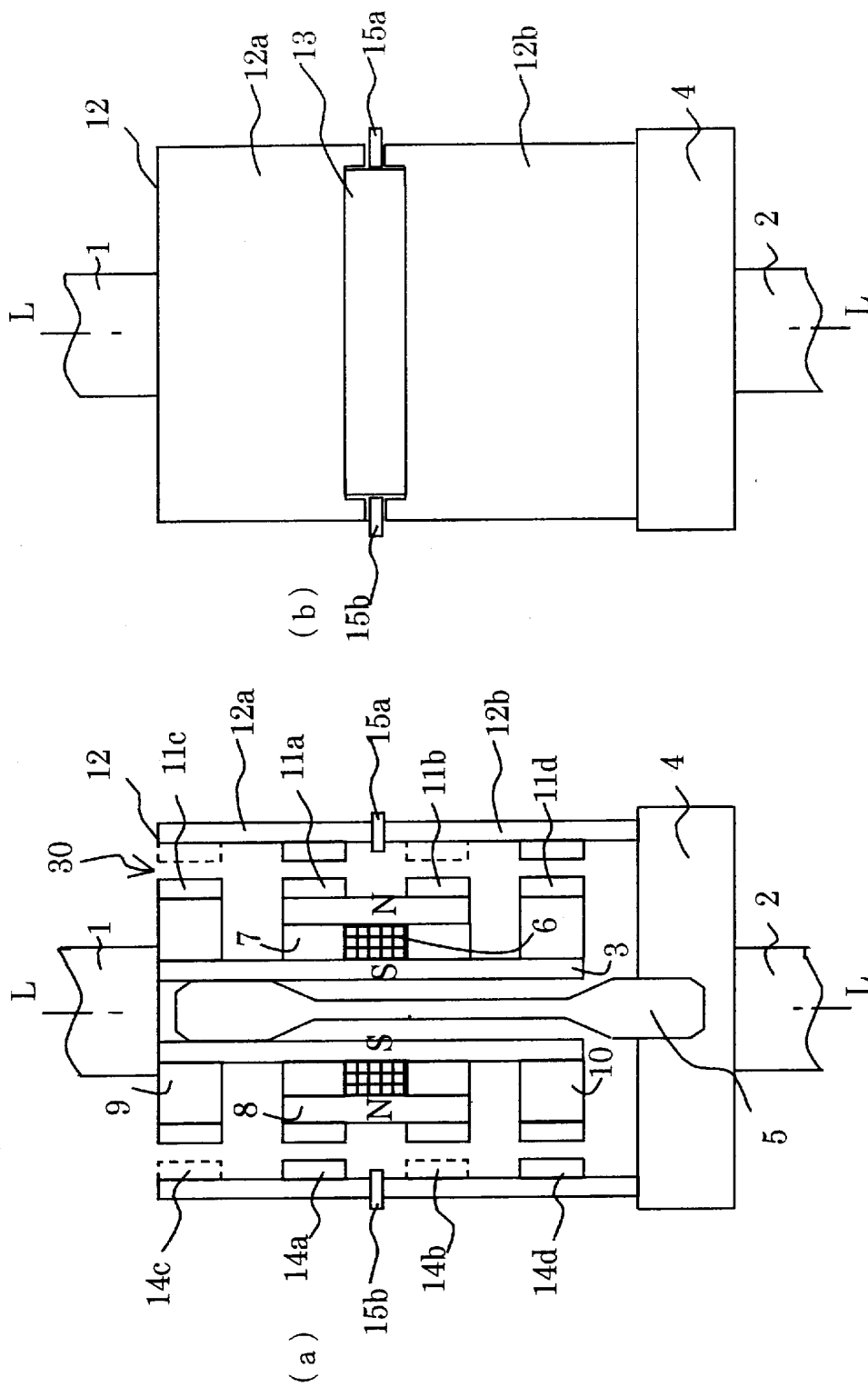
[図10]



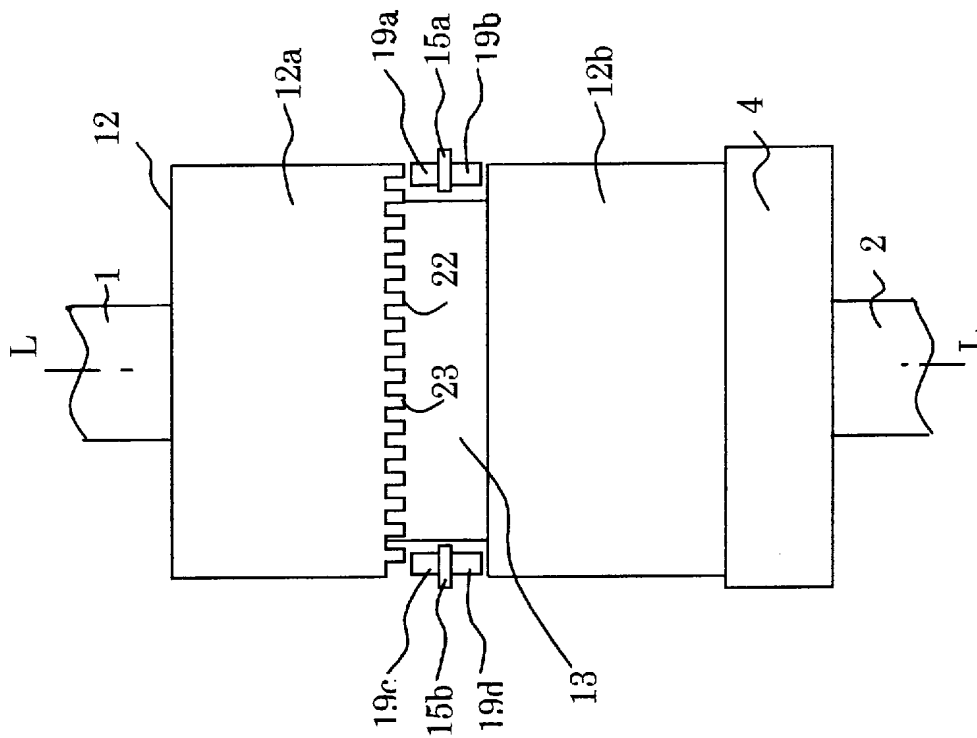
[図11]



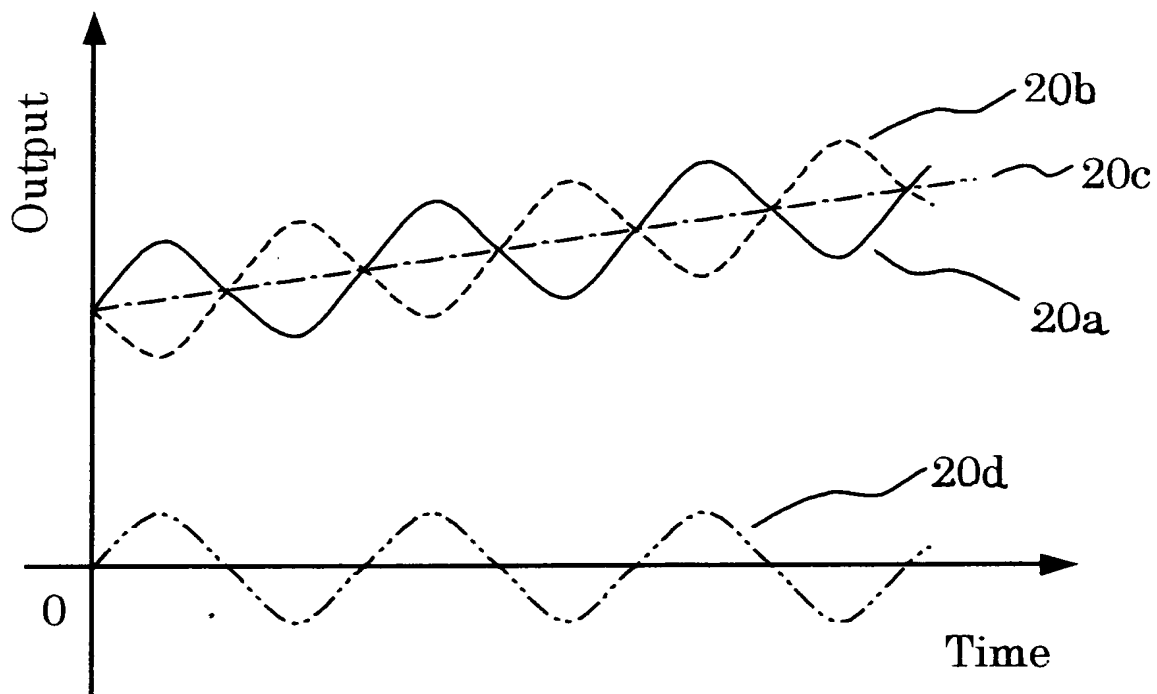
[図12]



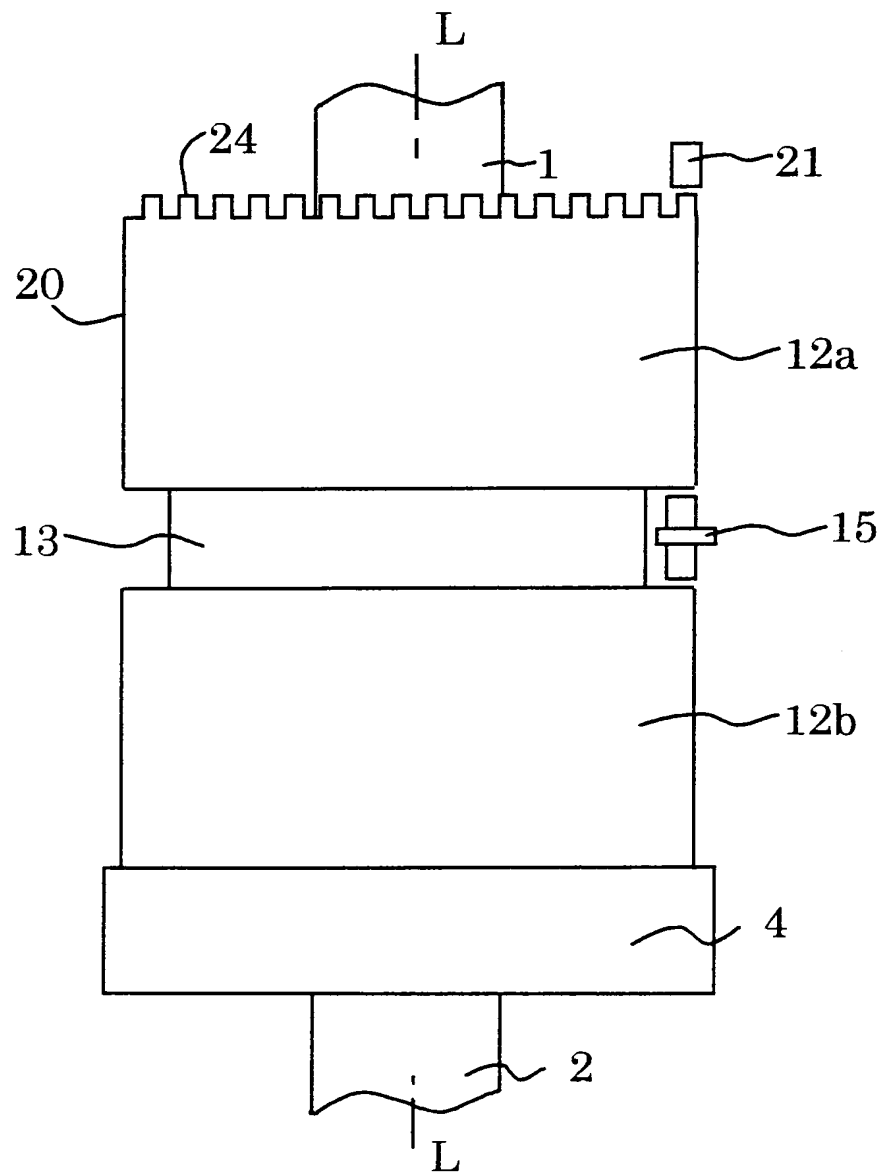
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01L3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01L3/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2729319 B2 (NSK Ltd.), 18 March, 1998 (18.03.98), Full text; Figs. 10 to 11 (Family: none)	1-4 10-13 5-9
X Y A	JP 3-44528 A (NSK Ltd.), 26 February, 1991 (26.02.91), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-4 10-13 5-9
Y	JP 6-78956 B2 (Unisia Jecs Corp.), 05 October, 1994 (05.10.94), Page 5, column 9, line 46 to column 10, line 4; Figs. 3, 11 & EP 271633 A2 Page 10, column 18, lines 17 to 34; Figs. 11, 17 & US 4784002 A & DE 3777774C	10, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 April, 2005 (11.04.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002472

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-196520 A (Jatco Corp.), 06 August, 1993 (06.08.93), Par. No. [0010] (Family: none)	11
Y	JP 2002-98506 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 05 April, 2002 (05.04.02), Par. No. [0011] (Family: none)	13
A	US 4724710 A (Balarama V. Murty), 16 February, 1988 (16.02.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2003-104217 A (Denso Corp.), 09 April, 2003 (09.04.03), Full text; all drawings & US 2003-0062215 A1 & DE 10244963 A & FR 2830228 A	1-13
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 108584/1989 (Laid-open No. 48714/1991) (Copal Co., Ltd.), 10 May, 1991 (10.05.91), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01L3/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01L3/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2729319 B2 (日本精工株式会社) 1998.03.18, 全文, 第10-11図 (ファミリーなし)	1-4 10-13 5-9
X Y A	JP 3-44528 A (日本精工株式会社) 1991.02.26, 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-4 10-13 5-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.04.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松浦 久夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2F

9613

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-78956 B2 (株式会社ユニシアジェックス) 1994.10.05, 第5頁第9欄第46行-第10欄第4行, 第3, 11図 & EP 271633 A2, 第10頁第18欄第17-34行, 第11, 17図 & US 4784002 A & DE 3777774 C	10, 12
Y	JP 5-196520 A (ジャトコ株式会社) 1993.08.06, 【0010】(ファミリーなし)	11
Y	JP 2002-98506 A (古河電気工業株式会社) 2002.04.05, 【0011】(ファミリーなし)	13
A	US 4724710 A (Balarama V. Murty) 1988.02.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2003-104217 A (株式会社デンソー) 2003.04.09, 全文, 全図 & US 2003-0062215 A1 & DE 10244963 A & FR 2830228 A	1-13
A	日本国実用新案登録出願1-108584号(日本国実用新案登録 出願公開3-48714号)の願書に添付した明細書及び図面の内 容を撮影したマイクロフィルム (株式会社コパル) , 1991.05.10, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-13